

FACULTE DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1929

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PRÉSENTÉE PAR

THOUVENEL André

Ancien externe des Hôpitaux de Paris

Né à Antony (Seine) le 15 mai 1902

REMARQUES

sur l'Exploration fonctionnelle du Cœur et des Poumons

chez les Écoliers

Président : M. LEREBoullet, *Professeur*

LIBRAIRIE M. LAC

ÉDITEUR

26, Rue Monsieur-le-Prince, 26, PARIS (VI^e Arr.)

1929

THÈSE
POUR LE
DOCTORAT EN MÉDECINE

THESE

THÈSE

DOCTORAT EN MÉDECINE

FACULTE DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1929

N°

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PRÉSENTÉE PAR

THOUVENEL André

Ancien externe des Hôpitaux de Paris

Né à Antony (Seine) le 15 mai 1902

REMARQUES

sur l'Exploration fonctionnelle du Cœur et des Poumons

chez les Ecoliers

Président : M. LEREBoullet, *Professeur*

LIBRAIRIE M. LAC

ÉDITEUR

26, Rue Monsieur-le-Prince, 26, PARIS (VI^e Arr.)

1929

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen	M. G.-H. ROGER.
Professeurs	MM.
Hydrologie, thérapeutique et climatologie	Maurice VILLIARET
Anatomie	ROUVIERE
Anatomie médico-chirurgicale	CUNEO
Physiologie	ROGER
Physique médicale	STROHL
Chimie organique et Chimie générale	DESGREZ
Bactériologie	LEMIERRE
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	BRUMPT
Pathologie et Thérapeutique générales	MARCEL LABBÉ
Pathologie médicale	N...
Pathologie chirurgicale	LECENE
Anatomie pathologique	ROUSSY
Histologie	CHAMPY
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU
Thérapeutique	LOEPER
Hygiène	TANON
Médecine légale	BALTHAZARD
Histoire de la médecine et de la chirurgie	MENETRIER
Pathologie expérimentale et comparée	RATHERY
Clinique médicale	{ CARNOT
	{ BEZANÇON
	{ ACHARD
	{ N...
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBOULLET
Clinique des maladies des enfants	NOBECOURT
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN
Clinique des maladies infectieuses	TEISSIER
	{ DELBET
	{ HARTMANN
	{ LEJARS
	{ GOSSET
Clinique chirurgicale	TERRIEN
	{ LEGUEU
Clinique ophtalmologique	{ COUVELAIRE
Clinique urologique	{ BRINDEAU
Clinique d'accouchements	{ JEANNIN
Clinique gynécologique	J.-L. FAURE
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBEDANNE
Clinique thérapeutique médicale	VAQUIZ
Clinique oto-rhino-laryngologique	SEBILEAU
Clinique thérapeutique chirurgicale	DUVAL
Clinique propédeutique	SERGENT
Clinique de la Tuberculose	LÉON BERNARD
Professeur sans chaire	BRANCA

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Agrégés en exercice

AIM.

ALAJOUANINE Neurologie et psychiatrie
ABRAMI..... Pathologie médicale.
AUBERTIN..... Pathologie médicale.
BASSET..... Pathologie chirurgicale
BAUDOIN..... Pathologie médicale.
BINET..... Physiologie.
BLANCHETIÈRE... Chimie biologique.
BROQU..... Pathologie chirurgicale
BRULÉ..... Pathologie médicale.
CADENAT..... Pathologie chirurgicale
CHABROL..... Pathologie médicale.
CHIRAY..... Pathologie médicale.
CLERC..... Pathologie médicale.
DEBRÉ..... Hygiène.
DOGNON..... Physique.
DONZELOT... Pathologie médicale.
DUVOIR..... Médecine légale.
ÉCALLE..... Obstétrique.
FIESSINGER.. Pathologie médicale.
GARNIER..... Pathologie expériment.
GATELIER... Pathologie chirurgicale
HARVIER... Pathologie médicale.
HEITZ-BOYER Urologie.

MM.

HOVELACQUE Anatomie.
HUTINEL..... Pathologie médicale.
JOYEUX Parasitologie.
LABBÉ (H.).... Chimie biologique.
LARDENNOIS.. Pathologie chirurgicale
LEMAITRE..... Oto-rhino-laryngologie
LEROUX..... Anatomie pathologique
LEVY-SOLAL .. Obstétrique.
LHERMITTE ... Pathologie mentale.
LIAN Pathologie médicale.
MATHIEU Pathologie chirurgicale
METZGER..... Obstétrique.
MONDOR..... Pathol. chirurgicale
MOURE Pathol. chirurgicale.
MULON Histologie
PHILIBERT... Bactériologie
RICHIET Fils... Physiologie
SÉZARY..... Dermatologie et syphi-
 ligraphie.
VAILLERY-RADOT
 (Pasteur)... Pathologie médicale
VAUDESCAL... Obstétrique.
VELTER..... Ophtalmologie.
VERNE..... Histologie.
OLIVIER..... Anatomie.

III. — Agrégés rappelés à l'exercice pour le service des examens

MM.

BUSQUET..... Pharmacologie.
GOUGEROT .. Pathologie médicale.
GUÉNIOT..... Obstétrique.
LEQUEUX..... Obstétrique.

MM.

NEVEU-LEMAIRE. Parasitologie.
REITTERER,... Histologie.
ZIMMERN Physique.

IV. — Agrégés chargés de cours de clinique annexe à titre permanent

MM.	MM.
ALGLAVE..... Clinique chirurgicale	LÉRI..... Clinique médicale.
AUVRAY..... Clinique chirurgicale.	MOCQUOT... clinique chirurgicale.
CHEVASSU..... Clinique chirurgicale.	PROUST..... Clinique chirurgicale.
LAIGNEL-LAVASTINE. Clinique médicale.	SCHWARTZ.... Clinique chirurgicale.
LE LORIER.... clinique obstétricale.	

V. — Chargés de cours

MM. MAUCLAIRE, agrégé...	Chargé du cours de chirurgie orthopédique chez l'adulte pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes adultes.
FREY.....	Stomatologie.
CHAILLEY-BERT.....	Éducation physique.
LEDoux-LEBARD.....	Radiologie clinique.
WEILL-HALLÉ.....	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation

A CEUX QUE J'AIME

INTRODUCTION

« La chose la plus importante de toute la vie est le choix du métier : le hasard en dispose. » Ce qui était vrai au temps où écrivait Pascal l'est encore aujourd'hui. Mais c'est pour restreindre la part du hasard dans le choix du métier qu'on voit se multiplier depuis quelques années les ébauches d'une organisation de l'orientation professionnelle. Les médecins ont pris leur place dans ce mouvement qui est avant tout d'ordre médico-social, et c'est le désir d'apporter notre très modeste contribution à cet effort qui a motivé les recherches qui vont être exposées dans les pages suivantes.

Nous nous sommes proposé d'étudier une méthode d'évaluation des réactions circulatoire et respiratoire à l'effort et de fixer les limites entre lesquelles évoluent ces réactions chez des enfants normaux. Pour cela, nous nous sommes adressés à des élèves de l'école communale de garçons de la Place du Commerce à Paris.

Nous ne prétendons pas avoir fait œuvre de physiologiste mais de praticien. Nous ne nous dissimulons pas

les critiques auxquelles peut donner lieu notre façon d'opérer, et nous savons très bien que les résultats auxquels nous sommes parvenus n'ont pas la valeur des chiffres obtenus par des méthodes plus rigoureuses, possibles seulement au laboratoire. Faut-il le regretter ? Peut-être pas. « Les offices d'orientation, dit excellemment le docteur Noyer, s'ils veulent vivre et se développer, doivent d'abord faire la preuve de leur utilité par leur rendement ». Ce rendement ne sera obtenu que si le médecin dispose de méthodes simples, peu coûteuses, rapides pour évaluer l'aptitude de l'enfant au métier. C'est une de ces méthodes que nous nous sommes efforcés de mettre au point, trop heureux si nous avons pu y réussir.

Notre travail n'a pu être mené à bien que grâce à l'extrême bienveillance que nous a témoignée Monsieur le Docteur Laufer. Non content de nous fournir le sujet de notre thèse et de nous introduire dans une des écoles dont il a la charge comme médecin-inspecteur, il n'a cessé de nous prodiguer ses précieux conseils. Et nous avons tiré le plus grand profit de ses patientes recherches effectuées au Laboratoire d'Organisation physiologique du Travail de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, et restées inédites, dont il nous a communiqué les résultats.

Qu'il veuille bien trouver ici l'assurance de notre profonde reconnaissance.

Nos remerciements vont également à M. Louis, directeur de l'Ecole de la place du Commerce, qui nous a

donné l'hospitalité : son inlassable amabilité a grandement facilité notre tâche.

Monsieur le professeur agrégé Harvier et Monsieur le Docteur Walser ont bien voulu nous encourager dans notre travail, nous les en remercions très vivement.

Monsieur le professeur Lereboullet a accepté d'être notre président de thèse ; sensible à l'honneur qu'il nous a fait, nous le prions de croire à notre vive gratitude.

HISTORIQUE

Le travail musculaire, l'effort, s'accompagnent rapidement d'une accélération du cœur et des mouvements respiratoires ; c'est là un fait d'observation banale.

Au milieu du siècle dernier Claude Bernard écrivait : « Une cause qui agit très efficacement pour accélérer le pouls... c'est le mouvement ». Et cette affirmation est répétée par tous les physiologistes venus après lui. Un grand nombre d'entre eux s'efforcent du reste de la préciser, d'en faire une notion vraiment scientifique.

En 1861, Longet établit que la fréquence du cœur s'accroît « en raison de la violence des efforts produits ».

En 1864, Vierordt signale d'une part que le simple mouvement de mastication retentit déjà sur le pouls, d'autre part qu'« une forte course élève les chiffres du pouls au double et même au triple de la normale ».

Beaunis (1876) mentionne l'accélération du cœur que suffit à produire le passage du décubitus horizontal à la position debout.

En 1900, Schaefer mesure l'accélération du pouls

créée par divers exercices : marche, course, montée d'un escalier, etc... Il établit également que le rythme du pouls tarde d'autant plus à redevenir normal que l'exercice a été continué plus longtemps.

En même temps, les physiologistes s'efforcent d'établir le mécanisme de cette accélération ; les hypothèses se multiplient, et l'on voit voûter évaluer successivement :

une substance inconnue produite par l'activité musculaire (Zuntz et Geppert 1886) ;

un changement d'état du sang (Forster 1888) ;

une aspiration vers les muscles qui se contractent (Lagrange 1889) ;

une diminution de l'action frénatrice des pneumogastriques (John Mac William 1893) ;

la formation dans les muscles en travail de substances accélératrices du cœur (Johansson - 1893) ;

une augmentation de l'excitation des nerfs cardio-accélérateurs, associée à une diminution de l'excitation des nerfs modérateurs (Hering - 1893-1895) ;

une inhibition du centre modérateur du cœur (Athanasio et Carvallo - 1898 ; Reid Hunt - 1899) ;

l'élévation de température du sang (Mansfeld - 1910) ;

Pour certains physiologistes (Gasser et Meek - 1914 ; Martin Gruber et Lauman - 1914 ; Bainbridge 1923) il y aurait lieu de distinguer une accélération immédiate, de courte durée, due à une dépression du centre cardio-inhibiteur, et une accélération secondaire durable.

Enfin, Koby, en 1917, Krahenbuhl, en 1918, fournis-

sent une solution partielle au problème du retentissement de l'effort sur la fonction cardio-pulmonaire.

Koby, établit par des expériences sur des jeunes gens, coureurs à pied, qu'il n'existe aucun parallélisme entre les variations du rythme du pouls et celles des mouvements respiratoires, ou de la ventilation pulmonaire. Krahenbuhl de son côté démontre : qu'en respiration normale il n'existe aucune influence des mouvements respiratoires sur les mouvements cardiaques, ni avant, ni après un travail musculaire ; qu'en respiration profonde il existe, au repos, une accélération inspiratoire du pouls et un ralentissement expiratoire ; que cette arythmie respiratoire disparaît une demi-heure après un travail musculaire important (course en montagne) pour reparaitre après cinq heures de repos ; qu'enfin les mêmes résultats apparaissent en cas de respiration aussi profonde et lente que possible.

* * *

A cette période physiologique succède une période purement médicale.

La guerre de 1914, en obligeant les médecins à apprécier rapidement la valeur fonctionnelle du cœur des soldats et leur aptitude à résister aux fatigues de la campagne, les a amenés à chercher dans la réaction à l'effort un élément nouveau de pronostic.

En 1916, Martinet publie le résultat de ses premières observations. Expérimentant sur des soldats normale-

ment constitués et bien portants, il a constaté que le passage de la position couchée à la position debout amène une accélération du pouls de quatre à huit pulsations par minute.

Si l'on impose à ces soldats une épreuve de mouvement, consistant en une série de 20 flexions profondes sur les membres inférieurs, on obtient une accélération de 16 à 20 pulsations par minute. Le retour à la normale se fait en un temps qui n'est jamais supérieur à trois minutes.

S'adressant alors à des débiles cardiaques, il s'aperçoit que le passage à la position debout entraîne une accélération du pouls beaucoup plus considérable : seize à vingt-quatre pulsations par minute, que l'épreuve de mouvement entraîne une accélération d'au moins trente pulsations par minute, que le retour du pouls à sa valeur primitive exige cinq, dix minutes et plus.

De nombreux auteurs répètent les expériences de Martinet en modifiant un peu sa technique. Amblard fait exécuter à ses patients deux cents mètres de pas gymnastique, suivis de l'ascension en courant de deux étages. Il obtient une accélération du pouls qui varie entre trente et cinquante pulsations; le retour au calme a lieu en quelques minutes.

Aubertin trouve que l'orthostatisme entraîne dans la majorité des cas une accélération de huit à douze pulsations par minute ; cependant il note que cette accélération peut faire entièrement défaut, ou au contraire monter jusqu'à vingt ou vingt-quatre pulsations. Le re-

tour à la normale se fait au cours de la première minute ou au début de la deuxième.

Lian préfère le pas gymnastique sur place, au rythme de deux pas par seconde et pendant une minute, ou l'épreuve de balancement d'un poids qu'il décrit ainsi : « Le sujet debout saisit, non par la boucle, mais à pleines mains, un poids de cinq kilogrammes. Il l'élève au-dessus de sa tête puis le ramène entre ses jambes, tandis qu'il se baisse en penchant le corps en avant et en fléchissant les membres inférieurs. Le sujet tient ses pieds écartés à la fois d'avant en arrière et transversalement, de façon à prendre un solide point d'appui sur le sol. Cette manœuvre dure une minute à raison de cinq à six balancements du poids par dix secondes ». Cette deuxième épreuve sert de contrôle ; elle est employée quand la première n'a pas entraîné de réaction pathologique, chez un sujet présentant au repos des troubles fonctionnels notables.

Lian attache surtout de l'importance au temps que met le pouls à revenir à sa fréquence primitive. Il assure que le retour au calme ne demande jamais dans les cas normaux plus de deux à trois minutes. Chaque fois que ce retour se fait attendre plus longtemps on est, dit-il, autorisé à conclure que l'aptitude cardiaque à l'effort est diminuée.

La divergence des résultats obtenus s'explique assez par la variété des techniques, qui entraîne des différences considérables dans l'intensité de l'effort exigé.

Mais avec Laubry et Lidy (1917) c'est la valeur

même de la méthode qui est mise en doute. Ces deux auteurs, qui s'adressent toujours à des soldats normaux établissent d'abord qu'une course de cent mètres ou vingt mouvements de flexion du tronc sur le bassin donnent des résultats comparables, un peu plus marqués pour la première. La course accélère le rythme de trente à quarante pulsations dans la première minute. Dans la règle « il revient ensuite à son point de départ en une minute, tombant souvent dans ce court laps de temps au-dessous de cette normale, pour y revenir à la minute suivante ». Mais parfois la chute du pouls n'est que partielle : il se maintient à un rythme légèrement supérieur à ce qu'il était avant l'effort.

Dans dix pour cent des cas le pouls ne revient à la normale qu'en deux ou trois minutes.

Parfois, la course n'exerce aucune influence sur le pouls, ou même on observe un ralentissement paradoxal.

Enfin, si on répète les expériences à des jours différents, on obtient tantôt des résultats superposables, tantôt des résultats divergents.

Pour Laubry et Lidy les seules anomalies dignes d'être retenues consistent, soit dans un trouble définitif de l'équilibre rythmique, soit dans un retard exagéré du retour à l'équilibre antérieur.

* * *

Après la guerre on a continué en France à chercher dans la réaction des individus à l'effort un procédé

d'évaluation de leurs fonctions circulatoire et respiratoire, mais alors c'est surtout sur des sportifs que l'on a fait porter les recherches. On espérait parvenir ainsi à un dosage plus judicieux des exercices à ordonner ou à laisser exécuter dans chaque cas particulier.

En 1923, Bellin du Coteau distingue quatre sortes d'effort :

1) L'effort intense (type : course de vitesse : cent mètres).

Le rythme cardiaque atteint 140 à 160 battements par minute.

La durée de retour au calme est de 5 minutes.

2) L'effort intense et prolongé (type : course de demi-fond : quatre cents mètres).

Le pouls dépasse 200.

Le retour au calme demande de 30 minutes à plusieurs heures.

3) L'effort relatif (type course de fond : quinze cents mètres).

Le pouls atteint 100 à 120.

Le retour au calme a lieu en 8 minutes.

4) L'effort surprolongé (type : Marathon).

Le pouls est aux environs de 200, mais défailant et difficilement comptable.

Le retour au calme exige plusieurs heures.

Boigey (1924) fait porter ses recherches sur la durée des perturbations engendrée par l'effort sportif. Il la trouve beaucoup plus longue qu'on ne pouvait s'y attendre d'après les résultats obtenus par Bellin du Coteau.

Ainsi après une course de cent mètres il faudrait pour permettre le retour du pouls à la normale un temps qui varie de 49 minutes à 2 heures pour 71 sujets, bien constitués, âgés de 20 à 28 ans. Ce temps s'élève jusqu'à 5 heures pour certains sujets de moins de 18 ans.

Enfin, Louis Merklen, dans la très remarquable thèse qu'il a soutenue en 1926 devant la Faculté de Nancy, et où nous avons puisé de nombreux renseignements précieux pour notre travail, apporte de nouveaux résultats.

Pour nous en tenir à des épreuves comparables à celles qui viennent d'être citées, il trouve que le pouls atteint des chiffres qui varient :

pour la course à pied de soixante mètres, entre 102 et 136 ;

pour la course à pied de cent cinquante mètres, entre 104 et 128.

Quant au temps de retour au calme ses chiffres se rapprochent de ceux de Boigey.

* * *

Cette rapide revue des travaux consacrés aux réactions d'ordre circulatoire et respiratoire produits par l'effort, suffit à mettre en relief d'une part le nombre d'auteurs qui se sont intéressés à la question, d'autre part la grande variété des résultats auxquels ils ont été conduits.

Il n'est pas téméraire de penser que cette variété

s'explique par la diversité des techniques mises en œuvre. Remarquons par exemple que pour des épreuves sportives analogues, Boigey et Bellin du Coteau trouvent un temps de retour au calme fortement différent. Mais Boigey emploie la méthode graphique, et c'est seulement quand le tracé obtenu après l'effort, grâce à la capsule oscillométrique, est exactement superposable au tracé obtenu avant l'épreuve qu'il estime que le retour au calme est accompli. Bellin du Coteau prend le pouls avant et après l'effort par la simple palpation de la radiale. Pour lui, le retour au calme est chose faite quand le rythme est redevenu ce qu'il était avant l'épreuve.

Or, le rythme redevient normal bien avant que n'aient disparu sur les tracés les déformations des systoles que l'effort a fait apparaître. De plus, si Boigey a soustrait ses sujets à toute idée de compétition, il semble que Bellin du Coteau ait opéré au cours de matches sportifs, introduisant ainsi dans ses chiffres un élément psychique perturbateur. Une dernière remarque, relative à l'âge des sujets observés : ce sont presque toujours des adolescents ou des adultes, des soldats ou des sportifs. Les plus jeunes ont quinze ans (Merklen), quatorze ans (Boigey) ; ce ne sont pas des enfants.

Et cependant le problème de la valeur fonctionnelle du cœur et des poumons chez les enfants se pose à chaque instant, pour le médecin-inspecteur des écoles notamment ; l'organisation si désirable de l'orientation professionnelle promet d'en rendre demain la solution plus nécessaire encore.

On ne peut espérer déceler une insuffisance du cœur ou des poumons chez ces jeunes sujets par la méthode de la réaction à l'effort que si l'on a fixé au préalable les limites entre lesquelles ces réactions peuvent varier sans sortir du domaine physiologique.

Ces diverses considérations nous ont amené à mettre au point une méthode simple qui puisse être exactement suivie par tous les praticiens, quelle que soit la pauvreté des moyens matériels dont ils disposent.

Puis nous avons cherché sur des sujets normaux quels résultats elle nous permettait d'obtenir. C'est cette méthode et ces résultats que nous allons maintenant exposer.

La méthode employée

Voici la méthode à laquelle nous nous sommes arrêté après d'assez longs tâtonnements. Nous avons mesuré le pouls, la tension artérielle, le nombre de respirations, le débit respiratoire maximum des enfants examinés, avant et après un effort. Exposons maintenant avec quelques détails, les précautions que nous avons prises et notre façon d'opérer.

Précautions préliminaires. — Nous nous sommes efforcés de mettre hors de cause les variations qu'entraîne la digestion. Pour cela nous avons examiné tous nos garçons entre dix et onze heures et demie, soit deux heures au moins après le léger déjeuner du matin, c'est-à-dire pratiquement à jeun.

Nous nous sommes assurés d'autre part qu'ils ne s'étaient livrés dans les heures précédant l'examen à aucun effort violent comme en comportent les séances de gymnastique ou certains jeux.

Nous avons d'ailleurs laissé au moins dix minutes

entre le moment où ils arrivaient de leurs classes et celui où nous commençons nos mesures.

Nous avons employé ces dix minutes de repos à leur parler, afin de les mettre en confiance et de réduire au minimum le facteur émotionnel. Nous nous sommes également efforcé d'éliminer toute idée de compétition ; pour cela nous nous sommes refusé à communiquer aux intéressés les chiffres que nous avons obtenus. Enfin nous avons veillé à maintenir dans le local où nous opérons une température à peu près constante, aux environs de dix-sept degrés.

Ne disposant pas d'un lit où faire coucher nos sujets, nous avons cherché à supprimer de notre mieux les différences imputables au changement de position en prenant toutes nos mesures sur les sujets debout.

Pouls. — Nous avons compté le pouls par quart de minute. Nous avons noté à plusieurs reprises, en dehors de tout effort, une tachycardie probablement émotionnelle, dans les premiers quarts de minute. Nous n'en avons pas tenu compte et nous avons considéré comme valeur réelle du pouls au repos le chiffre qui s'est maintenu constant pendant plusieurs quarts de minutes successifs.

Tension artérielle. — Nous avons mesuré la tension artérielle par la méthode auscultatoire avec l'appareil de Vaquez-Laubry,

Mouvements respiratoires. — Nous les avons comptés soit directement par le soulèvement inspiratoire de la main appliquée sur le thorax de nos sujets, soit-ce

qui nous a paru plus pratique à l'aide du masque manométrique de Pech.

Rappelons ici ce qu'est cet appareil : Il consiste en un masque métallique, muni d'une garniture pneumatique en caoutchouc, pouvant enfermer hermétiquement les orifices respiratoires du sujet à étudier. Dans ces conditions, l'intérieur du masque ne communique avec l'atmosphère qu'au moyen d'un orifice percé dans une mince paroi et légèrement supérieur comme section à l'orifice équivalent de l'appareil respiratoire moyen de l'homme. En arrière de l'orifice et un peu au-dessous de son bord inférieur s'ouvre une tubulure qu'on peut relier à un manomètre gradué en litres et fractions de litre à la seconde. Nous avons employé le modèle le plus récent, dont la graduation va jusqu'à 5 litres. Cet appareil permet de mesurer, suivant l'expression du professeur Gley « le plus haut débit respiratoire instantané que peut assurer un être vivant d'une espèce déterminée ».

* * *

L'effort. — Voici comment nous l'avons réglé. L'enfant étant debout devant nous, nous lui demandons d'exécuter un mouvement d'élévation des membres inférieurs, qui porte à l'horizontale alternativement la cuisse droite et la cuisse gauche. Nous insistons auprès de l'enfant sur la nécessité de bien amener la cuisse à l'horizontale, même à la fin de l'épreuve, où, sous l'action de la fatigue, il aura tendance à diminuer l'ampleur

de ses mouvements. La manœuvre s'exécute au rythme assez rapide de dix mouvements par cinq secondes, et se poursuit pendant cinquante secondes, sous le commandement du médecin qui compte ; un, deux, trois..., dix ; un, deux, etc... Au total l'enfant fait donc cent mouvements d'élévation de la cuisse.

Voici quels sont à nos yeux les avantages de cette épreuve :

1°) Elle est facilement comprise par l'enfant. Nous n'avons été que rarement obligé de la répéter, parce que son exécution n'avait pas été satisfaisante du premier coup.

2°) Elle est facile à surveiller ; la notion d'horizontalité ne prête pas à discussion et s'évalue sans peine au premier coup d'œil. De même on acquiert rapidement le rythme désirable et les commandements se font alors avec une remarquable régularité. Ce point a son importance si, comme l'a noté Bonven « la rapidité du pouls pendant le travail dépend beaucoup plus de la rapidité des mouvements exécutés que de la résistance qu'on leur oppose ».

3°) Ainsi que l'observe Piedallu, les chiffres ne valent qu'autant que « l'organisme exécute sans fléchir l'effort qu'on lui demande ».

L'épreuve que nous préconisons remplit cette condition : il n'est pour s'en persuader qu'à constater l'aisance avec laquelle elle est exécutée par tous les enfants normaux. Notons en passant qu'il n'en est pas de même chez les débiles : l'irrégularité croissante des

mouvements, leur ralentissement vers la fin de l'épreuve, l'aspect crispé du visage trahissent le surmenage momentané qu'on leur impose.

4°) Enfin, notre façon d'opérer présente cet avantage modeste et pourtant primordial d'être réalisable dans n'importe quel local, de ne pas exiger l'espace nécessaire à une course par exemple, d'être relativement peu bruyante et de n'apporter que le minimum de gêne dans le milieu où l'on opère.

Précisons pour terminer que nous avons veillé à laisser à l'enfant entre chaque mesure un repos suffisant pour éviter que l'intrication des causes de fatigue viennent fausser nos résultats. Ainsi, nous avons laissé passer cinq minutes entre la mesure du débit respiratoire nasal et celle du débit respiratoire total, dix minutes entre le retour complet du pouls au calme et le moment où nous avons fait exécuter un deuxième effort pour mesurer l'accélération des mouvements respiratoires.

Les Résultats obtenus

Nos recherches ont porté sur 80 garçons de 9 à 14 ans. Cet âge nous a paru le plus intéressant à étudier, comme étant celui des enfants au profit de qui s'exercera l'orientation professionnelle. Nous avons éliminé onze enfants que leur insuffisance pondérale, staturale thoracique, ou leurs antécédents pathologiques ne nous permettaient pas de considérer comme normaux. Nous allons exposer successivement les résultats obtenus en ce qui concerne : le pouls, la tension artérielle, les mouvements respiratoires, le débit respiratoire maximum.

Pouls. — L'accélération du pouls observée chez 62 enfants s'est montrée très variable suivant les sujets, ainsi qu'en témoigne le tableau suivant (tableau I).

TABLEAU I

Accélération du pouls immédiatement après l'effort

Sur 62 enfants l'accélération a été par minute :

de 8 pulsations	.....	deux fois
10 »	.....	une fois
12 »	.....	une fois
14 »	.....	deux fois
15 »	.....	une fois
16 »	.....	cinq fois
18 »	.....	une fois
19 »	.....	une fois
20 »	.....	cinq fois
23 »	.....	une fois
24 »	.....	trois fois
25 »	.....	une fois
26 »	.....	une fois
28 »	.....	deux fois
30 »	.....	deux fois
32 »	.....	sept fois
36 »	.....	quatre fois
37 »	.....	une fois
40 »	.....	trois fois
44 »	.....	trois fois
46 »	.....	trois fois
48 »	.....	deux fois
50 »	.....	une fois
52 »	.....	trois fois
56 »	.....	deux fois
60 »	.....	une fois
62 »	.....	une fois
64 »	.....	deux fois

Moyenne : 33.

Le chiffre minimum observé est huit pulsations ; le chiffre maximum soixante-quatre.

L'accélération moyenne du pouls se trouve fixée à trente trois pulsations par minute. Toutefois, la variabilité considérable des résultats obtenus au-dessus et au-dessous de cette moyenne ne nous permet pas de lui accorder une grosse valeur, et nous croyons que c'est le lieu de se rappeler l'avertissement de Claude Bernard sur l'usage des moyennes qui « en physiologie et en médecine ne donne le plus souvent qu'une fausse précision aux résultats en détruisant le caractère biologique des phénomènes ».

Le temps de retour du pouls à son rythme primitif a été vérifié chez cinquante de nos jeunes sujets.

Il s'est effectué au cours de la première minute : 17 fois.

» » » deuxième » 14 »

Entre la deuxième et la cinquième minute 16 »

Entre la cinquième et la dixième » 3 »

En aucun cas il n'a exigé plus de dix minutes.

Il y a lieu de remarquer qu'il n'y a pas de parallélisme entre l'accélération du pouls et son retour à la normale.

Ainsi les trois sujets chez qui le retour du pouls à la normale a demandé plus de cinq minutes avait présenté respectivement une accélération du pouls égale à 14, 16 et 12 pulsations, chiffres inférieurs tous trois à la moyenne.

Nous avons observé dans deux cas une arythmie consécutive à l'effort ; elle a chaque fois disparu, au

moins cliniquement, après cinq minutes. Là encore, il n'y avait pas eu d'accélération anormale du pouls : dans les deux cas on constatait après l'effort une accélération de seize pulsations seulement par minute.

Enfin nous avons voulu nous rendre compte du degré de stabilité des résultats obtenus. A cet effet nous avons quinze fois renouvelé l'épreuve chez le même sujet et dans les mêmes conditions, soit le même jour après un repos d'une demi-heure, soit les jours suivants.

Nous avons ainsi trouvé une seule fois des résultats absolument identiques. Quatorze fois l'accélération du pouls présentait en plus ou en moins des différences qui allaient de deux à 34 pulsations par minute.

Mouvements respiratoires. — Nos observations en cette matière ont porté sur 45 enfants. Elles sont résumées dans le tableau II.

L'accélération minima est de quatre mouvements respiratoires par minute ; l'accélération maxima de dix-huit ; l'accélération moyenne de onze.

Ici encore nous avons voulu savoir si les résultats obtenus seraient constants. Une deuxième série d'épreuves appliquée à quinze enfants nous a donné quatre fois les mêmes chiffres qu'à la première épreuve. Onze fois nous avons enregistré des différences variant entre deux et dix respirations par minute.

Nous avons également recherché s'il existait un parallélisme entre l'accélération du pouls et celle des mouvements respiratoires. Nous avons dû reconnaître qu'il n'en existait aucun.

Sur trente-quatre enfants dont nous connaissons l'accélération cardiaque et l'accélération respiratoire à l'effort, nous avons pu constater seize fois accord entre ces deux résultats et dix-huit fois désaccord. Ce résultat vient à l'appui de l'opinion exprimée par Louis Merklen : « Le moins qu'on puisse penser est que la part de la fréquence respiratoire dans la genèse de l'accélération cardiaque lors de l'exercice, si elle peut n'être pas entièrement nulle, n'est en tout cas pas fondamentale ».

TABLEAU II

Augmentation du nombre des mouvements respiratoires

Sur 45 enfants l'accélération a été par minute :

Nombre des mouvements		Nombre de fois
4 mouvements	.....	4 fois
5 »	.....	2 »
6 »	.....	2 »
7 »	.....	2 »
8 »	.....	4 »
10 »	.....	4 »
11 »	.....	3 »
12 »	.....	5 »
13 »	.....	1 »
14 »	.....	9 »
15 »	.....	1 »
16 »	.....	6 »
18 »	.....	2 »

Débit respiratoire maximum. — Nous l'avons mesuré chez 40 enfants à l'aide du masque manométrique de Pech, tant à l'inspiration qu'à l'expiration, soit en respiration nasale (bouche fermée), soit en respiration totale. Si nous sommes d'accord avec Pech pour fixer aux environs de deux litres le débit respiratoire maximum normal, nous n'avons pas trouvé comme lui une égalité entre le débit inspiratoire et le débit expiratoire : ce dernier nous a paru nettement inférieur. Nous ne voulons pas insister ici sur ces différences qui peuvent tenir simplement à des inégalités dans l'éducation respiratoire des sujets examinés.

*
* *

Il ne nous a pas échappé que nos recherches auraient pu être poussées plus loin, en les faisant porter par exemple sur les anormaux. Le temps nous a fait défaut pour explorer plus complètement le vaste champ qui nous était ouvert. Nous aurions voulu notamment rechercher si les grandes variations individuelles que nous avons constatées ne s'expliqueraient pas par des différences dans l'équilibre vago sympathique des sujets. Feci quod potui ; faciant meliora potentes.

CONCLUSIONS

Il existe une méthode simple et rapide d'exploration de la fonction cardio-pulmonaire, par sa réaction à l'effort. Appliquée à des écoliers normalement constitués de neuf à quatorze ans, elle a permis les constatations suivantes :

1°) L'accélération du pouls est extrêmement variable avec les sujets. Pour un même effort elle oscille entre huit et soixante-quatre pulsations par minute.

2°) Dans les mêmes conditions le nombre des mouvements respiratoires est accru d'une quantité qui varie entre quatre et dix-huit respirations par minute.

3°) Le retour du pouls à son rythme de départ s'est toujours effectué en moins de dix minutes.

Il a été réalisé au cours de la première minute dans trente quatre pour cent des cas, au cours de la deuxième minute dans vingt-huit pour cent des cas. Dans trente deux pour cent des cas il s'est effectué en deux temps : après une chute brusque suivant immédiatement l'effort, il s'est maintenu un peu au-dessus du

rythme primitif, pour y retomber progressivement entre la deuxième et la cinquième minute.

Dans cinq pour cent des cas cette chute secondaire n'a eu lieu qu'entre la cinquième et la dixième minute.

4°) Pour un même sujet la répétition de l'épreuve après un long repos fournit des chiffres parfois très différents des premiers chiffres obtenus, aussi bien en ce qui concerne le pouls qu'en ce qui concerne les mouvements respiratoires.

5°) Il n'existe aucun parallélisme entre l'accélération du pouls et celle de la respiration.

Les constatations qui précèdent nous enseignent qu'à l'âge scolaire les réactions de l'appareil cardio-pulmonaire à l'effort varient suivant les sujets dans de larges limites sans cesser pour cela d'être physiologiques. Elles nous apprennent qu'on ne saurait se montrer trop circonspect avant d'affirmer, sur les résultats d'une épreuve d'effort, l'existence d'une insuffisance fonctionnelle du cœur ou du poumon, surtout si cette affirmation comporte une sanction pratique, comme ce serait le cas pour l'orientation professionnelle.

Vu :

Le Président de Thèse,

LEREBOULLET.

Vu

Le Doyen,

H. ROGER.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

CHARLETY.

BIBLIOGRAPHIE

- AMBLARD. -- Appréciation clinique de la valeur fonctionnelle du ventricule gauche du cœur par l'étude des modifications apportées à la circulation par l'effort. Paris Médical, 1917 ; p. 149 et seq.
- AUBERTIN. — L'épreuve de la tachycardie d'effort. Presse Méd. 4 octobre 1917.
- BELLIN DU COTEAU. — La respiration et le rythme cardiaque dans les efforts sportifs. Rev. Méd. d'éducation physique et de sport, 1923 ; p. 8 et 9.
- BELLIN DU COTEAU. — Les efforts. Leur retentissement cardio-pulmonaire. Le cœur sportif. Bulletin de l'Académie de Médecine, 18 Mars 1924, vol. 91, p. 383-397.
- BEYNE. — Etude graphique du débit respiratoire au moyen du masque de Pech. Presse Méd. Août 1923. N° 64.
- BILLARD. — L'indice de la puissance de ventilation pulmonaire, ses variations individuelles. C. R. Soc. Biologie, 26 Janvier 1918.
- BOIGEY. — Note sur la durée des perturbations cardio-vasculaires produites par l'exercice : Bulletin de l'Académie de Médecine, 12 Février 1924 ; vol. 91, p. 220-221.
- BOISSEAU. — Le débit respiratoire maximum et la capacité vitale au cours de la tuberculose pulmonaire. Thèse de Lyon 1923.

- CARRIEU. — Quelques mesures du débit respiratoire maximum au moyen du masque manométrique de Pech. Presse Méd. 3 Août 1921.
- CAUSSADE, GUILLAUME ET EVRARD. — Contribution à l'étude de la capacité vitale chez les cardio-pulmonaires. Soc. Méd. Hop. Paris ; 26 Mars 1926.
- CHAILLEY-BERT. — L'état actuel de nos connaissances sur la respiration et la circulation du point de vue de l'éducation physique. Rapport au congrès national d'éducation physique de Bordeaux ; 1923.
- COURTADE. — De l'examen rapide des enfants des écoles au point de vue de l'audition et de la perméabilité nasale Journ. des Praticiens, 1909 ; p. 828.
- DESFOSSÉS. — Le masque manométrique de Pech en éducation physique. Presse Méd. 2 Février 1921.
- FABRE (Roger). — Dynamique cardiaque et exercices physiques. Rapport au Congrès national d'éducation physique de Bordeaux - 1923.
- FAZIL. — Le débit respiratoire maximum et la capacité pulmonaire dans les affections pulmonaires. Journ. Méd. et Chir. pratiques. 25 oct. 1924.
- FRÈRE ET PECH. — La mesure du débit respiratoire au cours des tuberculoses pulmonaires. Montpellier Médical, avril 1918.
- GUÉS. — La mesure du débit respiratoire à l'état normal et à l'état pathologique par la méthode et le masque manométrique de Pech. Thèse de Paris. 1922.
- HASSLER. — Le fonctionnement respiratoire et la robustesse de l'individu normal et du tuberculeux. Thèse de Lyon ; 1922.
- HECKEL. — Le problème de la respiration. Rev. Méd. d'éduc. phys. et de sport ; Février 1923.
- JEUDON. — Sport et insuffisance respiratoire. Rev. Méd. d'éduc. phys. et de sport ; Février 1923.

LANGE. -- Recherches sur la ventilation pulmonaire chez l'homme normal et chez le malade.

LAUBRY ET LIDY. — Les variations du rythme cardiaque et de la pression artérielle dans l'orthostatisme, l'effort et la fatigue. Arch. des maladies du cœur, 1917.

LAUFER. — Les bases médico-sociales de l'orientation professionnelle. Rev. scientifique 26 Août 1922.

LIAN. — Une épreuve d'aptitude cardiaque à l'effort. Réunion médicale de la IV^e armée (in Pr. Méd. ; 7 sept. 1916) et Presse Méd. 7 Déc. 1916.

LIAN. — De l'interprétation de l'épreuve d'aptitude cardiaque à l'effort. Gaz. Hôp. 15 mai 1919.

LUTENBACHER. — Exploration fonctionnelle du cœur. Monde Médical 1^{er} 15 Juillet 1922 ; p. 458.

MARTINET. — Epreuve fonctionnelle circulatoire. Presse Méd. 20 Janvier 1916.

MATHIEU, PROTITCH ET SCHOEFFER. — De la ventilation pulmonaire. Variabilité des mesures absolues et relatives de la « capacité vitale ». C. R. Soc. Biologie, Vol. 94, 1926 ; p. 77.

MERCKLEN (Louis). — Le rythme du cœur au cours de l'activité musculaire, et notamment des exercices sportifs. Thèse de Nancy 1925-26.

MERCKLEN (Louis). — L'examen physiologique des sportifs : évaluation des modifications du rythme cardiaque au cours des exercices physiques. Rev. d'hygiène et de prophylaxie sociales. Oct. 1926.

MERCKLEN (Louis). — Exercice musculaire et rythme du cœur. Paris Médical, 2 Juillet 1927.

PECH. — Le masque manométrique. Thèse de Montpellier Mars 1918.

PECH. — La notion de débit respiratoire maximum. Presse Méd. 2 Février 1921.

PERRET, MAZEL et NOYER. — L'orientation professionnelle. Paris Flammarion, 1926.

- PIERY et BOISSEAU. — La fonction respiratoire au cours de l'évolution de la tuberculose pulmonaire. Débit respiratoire maximum et capacité vitale.
Annales de Méd. t. II, 1923 ; p. 284.
- PIÉDALLU. — Contribution à l'étude et à l'interprétation des phénomènes cardio-vasculaires engendrés par l'effort.
Thèse de Paris 1924-1925.
- ROBERT. — Sur quelques applications cliniques du masque manométrique du docteur Pech. Thèse de Montpellier, 1921.
- ROSENTHAL. — La culture physique dans le traitement des maladies des voies respiratoires. Journal médical fr.
Août 1921.
- SPEHL. — La lutte contre la tuberculose pulmonaire. Bruxelles, 1919.
- STARLING. — Sur le mécanisme de compensation du cœur.
Presse méd. 29 juillet 1922, p. 641-645.
- STROHL. — Etude comparative des divers procédés d'exploration de la capacité respiratoire. Journ. de physiologie et pathologie gén. n° 2, 1919.
- VAGUEZ. — Les Arythmies. Paris, Baillière, 1911.

